

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant: Hideo YOKOTA et al.  
Title: METHOD OF EXTRACTION OF REGION OF INTEREST, IMAGE  
PROCESSING APPARATUS, AND COMPUTER PRODUCT  
Appl. No.: Unassigned  
Filing Date: 07/28/2003  
Examiner: Unassigned  
Art Unit: Unassigned

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

- JAPAN Patent Application No. 2003-025277 filed 01/31/2003.

Respectfully submitted,

Date July 28, 2003

FOLEY & LARDNER  
Customer Number: 22428



**22428**

PATENT TRADEMARK OFFICE

Telephone: (202) 672-5426  
Facsimile: (202) 672-5399

By \_\_\_\_\_

Glenn Law  
Attorney for Applicant  
Registration No. 34,371

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2003年 1月31日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2003-025277

[ ST.10/C ]:

[ JP2003-025277 ]

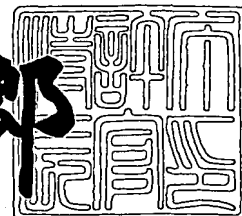
出 願 人  
Applicant(s):

理化学研究所

2003年 6月26日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3050742

【書類名】 特許願

【整理番号】 PRKA-15050

【特記事項】 特許法第 3 0 条第 1 項の規定の適用を受けようとする特  
許出願

【提出日】 平成15年 1月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 6/03 360  
G06F 19/00  
G06T 1/00

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 理化学研究所内

    【氏名】 横田 秀夫

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 理化学研究所内

    【氏名】 竹本 智子

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 理化学研究所内

    【氏名】 三島 建稔

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 理化学研究所内

    【氏名】 牧野内 昭武

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 理化学研究所内

    【氏名】 姫野 龍太郎

【特許出願人】

    【識別番号】 000006792

    【氏名又は名称】 理化学研究所

【代理人】

    【識別番号】 100089118

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 宏明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036711

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【物件名】 新規性の喪失の例外証明書 1

【提出物件の特記事項】 追って補充する。

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 関心組織領域抽出方法、関心組織領域抽出プログラム及び画像処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 生体断面画像の連続フレームから関心組織領域を抽出する方法であって、

前記連続フレームの一部に対して前記関心組織領域における初期の判定基準を与え、前記連続フレームの一部に続くフレームについて当該フレームの各画素値と前記判定基準とに基づいて前記関心組織領域に帰属させる領域と帰属させない領域とを判断し、前記フレームに続くフレーム以降の判断では、前記関心組織領域に前記帰属させる領域を含めた領域の画素値に基づいて前記判定基準を設定することを特徴とする関心組織領域抽出方法。

【請求項 2】 生体断面画像の連続フレームから関心組織領域を抽出する方法であって、

前記連続フレームの一部に対して前記関心組織領域内における初期の判定基準と前記関心組織領域外における初期の判定基準の 2 種類を与え、前記連続フレームの一部に続くフレームについて当該フレームの各画素値と前記 2 種類の判定基準とに基づいて前記関心組織領域内に帰属させる領域と前記関心組織領域外に帰属させる領域とを判断し、前記フレームに続くフレーム以降の判断では、前記関心組織領域内に前記帰属させる領域を含めた領域の画素値と前記関心組織領域外に前記帰属させる領域を含めた領域の画素値に基づいて前記 2 種類の判定基準を設定することを特徴とする関心組織領域抽出方法。

【請求項 3】 前記連続フレームの一部は 1 枚のフレーム又は複数枚のフレームであり、前記フレームに対して手操作により設定された前記関心組織領域から前記判定基準を求めることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の関心組織領域抽出方法。

【請求項 4】 前記連続フレームの一部に続くフレーム及び当該フレームに続くフレーム以降の帰属の判断では、判断対象となるフレームの 1 つ前のフレームで判断された関心組織領域と同じ位置に仮領域を設け、当該仮領域の境界に沿

って画素単位に帰属の判断を行うことを特徴とする請求項 1, 2 又は 3 に記載の関心組織領域抽出方法。

【請求項 5】 前記仮領域において、前記関心組織領域に帰属させる画素が前記仮領域外にある場合には、当該画素を前記判断対象のフレームの関心組織領域の画素として当該関心組織領域を前記 1 つ前のフレームの関心組織領域に対して拡張し、前記関心組織領域に帰属させない画素が前記仮領域内にある場合には、当該画素を前記判断対象のフレームの関心組織領域外の画素として当該関心組織領域を前記 1 つ前のフレームの関心組織領域に対して縮小することを特徴とする請求項 4 に記載の関心組織領域抽出方法。

【請求項 6】 前記連続フレームの一部に続くフレーム及び当該フレームに続くフレーム以降の帰属の判断では、判断対象となるフレーム以前の連続する複数枚のフレームから画素単位に対応させて前記判断対象となるフレームの各画素を含む所定サイズの局所領域を取り出しながら、前記各局所領域に含まれる前記関心組織領域の一部に対応する前記設定された判定基準を使用することを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 つに記載の関心組織領域抽出方法。

【請求項 7】 前記関心組織領域の画素のみ表示対象として記憶することを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 つに記載の関心組織領域抽出方法。

【請求項 8】 生体断面画像の連続フレームから関心組織領域を抽出するための処理をコンピュータに実行させるプログラムであって、

前記コンピュータに、

前記連続フレームの一部に対応する前記関心組織領域における初期の判定基準を算出する第 1 ステップと、

前記連続フレームの一部に続くフレームについて当該フレームの各画素値と前記算出された初期の判定基準とに基づいて前記関心組織領域に帰属させる領域と帰属させない領域とを判断する第 2 ステップと、

前記フレームに続くフレーム以降の判断では、前記関心組織領域に前記帰属させる領域を含めた領域の画素値に基づいて前記判定基準を設定する第 3 ステップと、

を実行させることを特徴とする関心組織領域抽出プログラム。

【請求項 9】 生体断面画像の連続フレームから関心組織領域を抽出するための処理をコンピュータに実行させるプログラムであって、

前記連続フレームの一部に対して前記関心組織領域内における初期の判定基準と前記関心組織領域外における初期の判定基準の 2 種類を算出する第 1 ステップと、

前記連続フレームの一部に続くフレームについて当該フレームの各画素の濃度値と前記算出された 2 種類の判定基準とに基づいて前記関心組織領域内に帰属させる領域と前記関心組織領域外に帰属させる領域とを判断する第 2 ステップと、

前記フレームに続くフレーム以降の判断では、前記関心組織領域内に前記帰属させる領域を含めた領域の画素値と前記関心組織領域外に前記帰属させる領域を含めた領域の画素値に基づいて前記 2 種類の判定基準を設定する第 3 ステップと

を実行させることを特徴とする関心組織領域抽出プログラム。

【請求項 10】 前記連続フレームの一部は 1 枚のフレーム又は複数枚のフレームであり、前記フレームに対して手操作により設定された前記関心組織領域から前記初期の判定基準を算出させる前記第 1 ステップを有したことを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載の関心組織領域抽出プログラム。

【請求項 11】 前記連続フレームの一部に続くフレーム及び当該フレームに続くフレーム以降の帰属の判断では、判断対象となるフレームの 1 つ前のフレームで判断された関心組織領域と同じ位置に仮領域を設け、当該仮領域の境界に沿って画素単位に帰属の判断を行わせる前記第 2 ステップを有したことを特徴とする請求項 8, 9 又は 10 に記載の関心組織領域抽出プログラム。

【請求項 12】 前記仮領域において、前記関心組織領域に帰属させる画素が前記仮領域外にある場合には、当該画素を前記判断対象のフレームの関心組織領域の画素として当該関心組織領域を前記 1 つ前のフレームの関心組織領域に対して拡張させ、前記関心組織領域に帰属させない画素が前記仮領域内にある場合には、当該画素を前記判断対象のフレームの関心組織領域外の画素として当該関心組織領域を前記 1 つ前のフレームの関心組織領域に対して縮小させる前記第 2 ステップを有したことを特徴とする請求項 11 に記載の関心組織領域抽出プログ

ラム。

【請求項 1 3】 前記連続フレームの一部に続くフレーム及び当該フレームに続くフレーム以降の帰属の判断では、判断対象となるフレーム以前の連続する複数枚のフレームから画素単位に対応させて前記判断対象となるフレームの各画素を含む所定サイズの局所領域を取り出させながら、前記各局所領域に含まれる前記関心組織領域の一部に対応する前記設定された判定基準を使用させる前記第 2 ステップを有したことを特徴とする請求項 8 ～ 1 2 のいずれか 1 つに記載の関心組織領域抽出プログラム。

【請求項 1 4】 前記コンピュータに、さらに、前記関心組織領域の画素のみ表示対象として記憶する第 4 ステップを実行させることを特徴とする請求項 8 ～ 1 3 のいずれか 1 つに記載の関心組織領域抽出プログラム。

【請求項 1 5】 生体断面画像の連続フレームから関心組織領域を抽出する画像処理装置であって、

前記連続フレームの画素値を記憶する画素値記憶手段と、

前記画素値記憶手段を参照して前記連続フレームの一部に対応する前記関心組織領域における初期の判定基準を算出する算出手段と、

前記連続フレームの一部に続くフレームについて当該フレームの各画素値と前記算出された初期の判定基準とに基づいて前記関心組織領域に帰属させる領域と帰属させない領域とを判断する判断手段と、

前記フレームに続くフレーム以降の判断では、前記関心組織領域に前記帰属させる領域を含めた領域の画素値に基づいて前記判定基準を設定する設定手段と、

を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 1 6】 生体断面画像の連続フレームから関心組織領域を抽出する画像処理装置であって、

前記連続フレームの画素値を記憶する画素値記憶手段と、

前記画素値記憶手段を参照して前記連続フレームの一部に対して前記関心組織領域内における初期の判定基準と前記関心組織領域外における初期の判定基準の 2 種類を算出する算出手段と、

前記連続フレームの一部に続くフレームについて当該フレームの各画素値と前



計算出された 2 種類の判定基準とに基づいて前記関心組織領域内に帰属させる領域と前記関心組織領域外に帰属させる領域とを判断する判断手段と、

前記フレームに続くフレーム以降の判断では、前記関心組織領域内に前記帰属させる領域を含めた領域の画素値と前記関心組織領域外に前記帰属させる領域を含めた領域の画素値に基づいて前記 2 種類の判定基準を設定する設定手段と、  
を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 1 7】 さらに、前記関心組織領域の各画素に対応させて表示対象を示すフラグ情報を記憶する表示対象記憶手段を有することを特徴とする請求項 1 5 又は 1 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 8】 さらに、前記画素値記憶手段を参照し、前記表示対象記憶手段に記憶されたフラグ情報に基づいて前記関心組織領域を表示する表示手段を有することを特徴とする請求項 1 7 に記載の画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば、関心組織領域抽出方法、関心組織領域抽出処理プログラム及び画像処理装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

今日、期待される生体内組織のデジタルモデルとは、生体内の各組織の構造、及び力学的特性の詳細な情報を保持する 3 次元モデルを意味する。もし医療に応用できれば、診断や治療、手術の事前シミュレーションが可能となり、その効果は計り知れない。

【0 0 0 3】

そういったモデル構築のためには生体内の各組織の詳細な構造データと、その力学的特性の収集が必要であり、構築過程は以下の 3 つに大別される。

- ①生体内情報を画像データとして収集
- ②認識（各組織のセグメンテーション）
- ③各組織の力学的特性を付加

## 【0004】

これらの過程を経て構築される力学的モデルに、有限要素法 (FEM) などによる力学的シミュレーションが実行されるが、そのシミュレーション結果は特に画像データの精度に大きく左右される。そのため、画像データ収集のための生体内撮影装置の撮影精度が大きな問題となる。現在、主な撮影装置としてX線CT (Computed Tomography)、MRI (Magnetic Resonance Imaging) が用いられているが、その撮影特徴上、データ収集が可能な組織に限られる。つまり、詳細部位や軟組織のデータ収集は不可能である。また、撮影された組織の解像度も十分とは言えず、現在のところ意図するモデル構築には至らない。

## 【0005】

生体内の詳細なモデルを構築するためには、構成要素の組成が似ている軟組織の情報も入手し、認識することが必要不可欠であるが、現在の主に用いられている撮影装置からでは要求を満たすデータが入手できていないのが現状であった。

## 【0006】

ところが近年、生体内組織の詳細データの入手に、実際の生体組織が持つカラー情報を利用しようとする動きが出てきた。米国National Library of Medicineとコロラド大学によるVisible Human Project (以下、VHP) では人体全身を約0.33mm間隔でスライスし、そのスライス面を撮影することで生体内フルカラー連続断面画像の入手を行った。

## 【0007】

X線CT、MRIが数mmの解像度であることや、入手データがカラー情報を持つことを考慮すると、その有用性は言うまでもない。しかし、このプロジェクトでは人体を一旦特殊冷却保存した後に、まず頭部から足先の方向に0.3mm間隔で削り取り、その度毎に分解能2000×2000画素のカラーデジタルカメラで撮影してデータを得ているため、その手間を考慮するとデータを量産出来るものではない。

## 【0008】

一方、本件出願人である理化学研究所において、生体内カラー情報の収集が可能な装置として三次元内部構造顕微鏡が開発された。この装置は数十 $\mu$ mの極小

間隔で生体試料を全自動でスライスすることが出来る装置であり、スライス面の直上からCCDカメラで直接スライス面を撮影することで、軸のずれない高精彩のフルカラー連続断面画像の入手を可能としている。僅か1時間程度で1万枚程度の連続画像が入手可能である。

## 【0009】

さて、上述の装置で入手した生体内フルカラーデータを利用し、生体内デジタルモデルを構築したいが、ここで新しく問題が生じた。従来は白黒画像であったものが、フルカラーになったことで画像の特徴が大きく変わったこと、さらに、生体内のデータを詳細に入手したため情報量が莫大に増加し、前述の過程②において従来のセグメンテーションでは良い認識結果を示すことが出来なくなったのである。

## 【0010】

もともと連続断面画像のような3次元画像からの領域抽出（セグメンテーション）法は、それだけで一つの研究分野が出来るほど奥が深い。従来多く用いられているX線CT、MRI画像からのセグメンテーション法でも未だ確立された手法はなく、多くの議論がなされている。

## 【0011】

一般的にセグメンテーションでは、「画像内の、一つの対象物（関心組織）に対応した部分（関心組織領域）では、特徴（濃度値、テクスチャなど）がほぼ均一であり、異なる対象物間（組織間）の境界部分では特徴が急変している」という仮定が利用されている。この仮定に基づき、セグメンテーション手法は2つに大別できる。すなわち、（1）関心組織の輪郭に相当するエッジを線として抽出する手法（エッジ抽出法）および、（2）画像を関心組織に対応した部分領域に分割する手法（領域分割法）である。それぞれの代表的なものとして、（1）ではスネークやレベルセットなど、（2）では領域成長法（リージョングrowing）などが挙げられる。

## 【0012】

## 【非特許文献1】

鳥脇純一郎著「3次元デジタル画像処理」昭晃堂

## 【非特許文献 2】

周藤安造著「医学における三次元画像処理基礎から応用まで」コロナ社

## 【0013】

## 【発明が解決しようとする課題】

上述の（１）のエッジ抽出法の場合、局所処理を用いて特徴の急変性を強調し境界を検出するため、画像内に雑音（ノイズ）が含まれる場合や、関心組織形状が複雑化した場合は、偽のエッジやエッジの途切れが生じる。そのため、生体フルカラー画像の様に保持する情報が多く、エッジ特定のための必要特徴とそれ以外を判別することが難しいことや、生体組織形状の複雑さを考慮すると、最適なセグメンテーション手法には挙げられない。

## 【0014】

一方、前述の（２）の領域分割法では、関心組織領域内での特徴の均一性を評価して関心組織に対応すると考えられる領域を直接抽出するため、雑音などの局所的な変動に左右されにくい。さらに、抽出結果は領域としてまとまっているために画像の大局的な構造を理解しやすく、新たに構造理解の必要が減るケースが多いなどの利点がある。しかし、ごく狭い領域（線状領域）を抽出する場合や、組織間の特徴変動がなだらかな場合に、分離すべき領域が統合される（抽出のあふれ）がしばしば生じる欠点もあり、多くの場合、何らかの処理を恣意的に加えないければならないケースが多い。

## 【0015】

また、前述の（１）と（２）双方の対照的、相補的な特徴を利用し、それらを組み合わせることで性能を良くしたセグメンテーション手法として領域・エッジ併用法が提案されている。この併用方法はリージョングrowingによる領域分割の判定条件にエッジ情報を使用するため、エッジ抽出法だけのときのエッジの途切れをそれほど問題としない。さらに、リージョングrowingだけのときよりも、エッジ情報が加わったために正しい判別が行える利点がある。

## 【0016】

しかし、リージョングrowingは領域判別の制御条件としてあらかじめパラ

メータを与える必要がある。さらに、生成される領域の拡張量に停止条件を設定しないと処理を終了することが出来ない。このパラメータや条件を自動的に画像の特徴に合わせて調整することは難しく実現されていないため、複雑な画像からの正しいセグメンテーション結果は期待出来ない。

## 【 0 0 1 7 】

また他に、各判別段階で対話的な修正処理を組み込むことで、画像特徴に合わないパラメータの役割を補間する手法が提案されている。これは、領域抽出過程のモニタリングを行い、領域拡張の停止条件適当でないために生じた抽出のあふれを、解剖学的知識を持った人が指定し修正することで正しいセグメンテーションを実現する手法である。

## 【 0 0 1 8 】

前述のように、データの情報量が莫大に増加した画像において、人の手作業による修正処理を施す必要のあるこの方法では一般性は得られない。

## 【 0 0 1 9 】

以上のように、リージョン Growing はエッジ抽出法と比較し利点も多いが、その効果が発揮されるのは、理想的なデータに対し、特定のパラメータや条件を与えられた場合のみであり、通常の処理の場合は人の介入なくしては良い結果が得られない。今日の研究で扱う生体内部のフルカラー画像は、形状や濃度変化も複雑でデータの総容量も多く、従来法をそのまま適用しても良いセグメンテーション結果は得られない。

## 【 0 0 2 0 】

そこで、本件発明者は鋭意研究を通じて、生体内部のフルカラー画像に適したセグメンテーション手法を提案するに至った。

## 【 0 0 2 1 】

本発明の目的は、従来法のリージョン Growing で問題とされた、恣意的なパラメータや拡張の停止条件をなくし、自動的なセグメンテーションを実現することが可能な関心組織領域抽出方法、関心組織領域抽出処理プログラム及び画像処理装置を提供することにある。

## 【 0 0 2 2 】

## 【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決し、上記目的を達成するため、請求項 1 の発明に係る関心組織領域抽出方法は、生体断面画像の連続フレームから関心組織領域を抽出する方法であって、前記連続フレームの一部に対して前記関心組織領域における初期の判定基準を与え、前記連続フレームの一部に続くフレームについて当該フレームの各画素値と前記判定基準とに基づいて前記関心組織領域に帰属させる領域と帰属させない領域とを判断し、前記フレームに続くフレーム以降の判断では、前記関心組織領域に前記帰属させる領域を含めた領域の画素値に基づいて前記判定基準を設定することを特徴とするものである。

## 【0023】

また、請求項 2 の発明に係る関心組織領域抽出方法は、生体断面画像の連続フレームから関心組織領域を抽出する方法であって、前記連続フレームの一部に対して前記関心組織領域内における初期の判定基準と前記関心組織領域外における初期の判定基準の 2 種類を与え、前記連続フレームの一部に続くフレームについて当該フレームの各画素値と前記 2 種類の判定基準とに基づいて前記関心組織領域内に帰属させる領域と前記関心組織領域外に帰属させる領域とを判断し、前記フレームに続くフレーム以降の判断では、前記関心組織領域内に前記帰属させる領域を含めた領域の画素値と前記関心組織領域外に前記帰属させる領域を含めた領域の画素値に基づいて前記 2 種類の判定基準を設定することを特徴とするものである。

## 【0024】

上記請求項 1 又は 2 の発明において、前記連続フレームの一部は 1 枚のフレーム又は複数枚のフレームであり、前記フレームに対して手操作により設定された前記関心組織領域から前記判定基準を求めるようにしてもよい。

## 【0025】

上記請求項 1 又は 2 の発明において、前記連続フレームの一部に続くフレーム及び当該フレームに続くフレーム以降の帰属の判断では、判断対象となるフレームの 1 つ前のフレームで判断された関心組織領域と同じ位置に仮領域を設け、当該仮領域の境界に沿って画素単位に帰属の判断を行うようにしてもよい。

## 【 0 0 2 6 】

上記請求項 1 又は 2 の発明において、前記仮領域において、前記関心組織領域に帰属させる画素が前記仮領域外にある場合には、当該画素を前記判断対象のフレームの関心組織領域の画素として当該関心組織領域を前記 1 つ前のフレームの関心組織領域に対して拡張し、前記関心組織領域に帰属させない画素が前記仮領域内にある場合には、当該画素を前記判断対象のフレームの関心組織領域外の画素として当該関心組織領域を前記 1 つ前のフレームの関心組織領域に対して縮小するようにしてもよい。

## 【 0 0 2 7 】

上記請求項 1 又は 2 の発明において、前記連続フレームの一部に続くフレーム及び当該フレームに続くフレーム以降の帰属の判断では、判断対象となるフレーム以前の連続する複数枚のフレームから画素単位に対応させて前記判断対象となるフレームの各画素を含む所定サイズの局所領域を取り出しながら、前記各局所領域に含まれる前記関心組織領域の一部に対応する前記設定された判定基準を使用するようにしてもよい。

## 【 0 0 2 8 】

上記請求項 1 又は 2 の発明において、前記関心組織領域の画素のみ表示対象として記憶するようにしてもよい。

## 【 0 0 2 9 】

また、請求項 8 の発明に係る関心組織領域抽出プログラムは、生体断面画像の連続フレームから関心組織領域を抽出するための処理をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記コンピュータに、前記連続フレームの一部に対応する前記関心組織領域における初期の判定基準を算出する第 1 ステップと、前記連続フレームの一部に続くフレームについて当該フレームの各画素値と前記算出された初期の判定基準とに基づいて前記関心組織領域に帰属させる領域と帰属させない領域とを判断する第 2 ステップと、前記フレームに続くフレーム以降の判断では、前記関心組織領域に前記帰属させる領域を含めた領域の画素値に基づいて前記判定基準を設定する第 3 ステップと、を実行させることを特徴とするものである。

## 【 0 0 3 0 】

また、請求項 8 の発明に係る関心組織領域抽出プログラムは、生体断面画像の連続フレームから関心組織領域を抽出するための処理をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記連続フレームの一部に対して前記関心組織領域内における初期の判定基準と前記関心組織領域外における初期の判定基準の 2 種類を算出する第 1 ステップと、前記連続フレームの一部に続くフレームについて当該フレームの各画素値と前記算出された 2 種類の判定基準とに基づいて前記関心組織領域内に帰属させる領域と前記関心組織領域外に帰属させる領域とを判断する第 2 ステップと、前記フレームに続くフレーム以降の判断では、前記関心組織領域内に前記帰属させる領域を含めた領域の画素値と前記関心組織領域外に前記帰属させる領域を含めた領域の画素値に基づいて前記 2 種類の判定基準を設定する第 3 ステップと、を実行させることを特徴とするものである。

## 【 0 0 3 1 】

上記請求項 8 又は 9 の発明において、前記連続フレームの一部は 1 枚のフレーム又は複数枚のフレームであり、前記フレームに対して手操作により設定された前記関心組織領域から前記初期の判定基準を算出させる前記第 1 ステップを有したものでよい。

## 【 0 0 3 2 】

上記請求項 8 又は 9 の発明において、前記連続フレームの一部に続くフレーム及び当該フレームに続くフレーム以降の帰属の判断では、判断対象となるフレームの 1 つ前のフレームで判断された関心組織領域と同じ位置に仮領域を設け、当該仮領域の境界に沿って画素単位に帰属の判断を行わせる前記第 2 ステップを有したものでよい。

## 【 0 0 3 3 】

上記請求項 8 又は 9 の発明において、前記仮領域において、前記関心組織領域に帰属させる画素が前記仮領域外にある場合には、当該画素を前記判断対象のフレームの関心組織領域の画素として当該関心組織領域を前記 1 つ前のフレームの関心組織領域に対して拡張させ、前記関心組織領域に帰属させない画素が前記仮領域内にある場合には、当該画素を前記判断対象のフレームの関心組織領域外の



画素として当該関心組織領域を前記 1 つ前のフレームの関心組織領域に対して縮小させる前記第 2 ステップを有したものでよい。

## 【 0 0 3 4 】

上記請求項 8 又は 9 の発明において、前記連続フレームの一部に続くフレーム及び当該フレームに続くフレーム以降の帰属の判断では、判断対象となるフレーム以前の連続する複数枚のフレームから画素単位に対応させて前記判断対象となるフレームの各画素を含む所定サイズの局所領域を取り出させながら、前記各局所領域に含まれる前記関心組織領域の一部に対応する前記設定された判定基準を使用させる前記第 2 ステップを有したものでよい。

## 【 0 0 3 5 】

上記請求項 8 又は 9 の発明において、前記コンピュータに、さらに、前記関心組織領域の画素のみ表示対象として記憶する第 4 ステップを実行させるものでよい。

## 【 0 0 3 6 】

また、請求項 1 5 の発明に係る画像処理装置は、生体断面画像の連続フレームから関心組織領域を抽出する画像処理装置であって、前記連続フレームの画素値を記憶する画素値記憶手段と、前記画素値記憶手段を参照して前記連続フレームの一部に対応する前記関心組織領域における初期の判定基準を算出する算出手段と、前記連続フレームの一部に続くフレームについて当該フレームの各画素の濃度値と前記算出された初期の判定基準とに基づいて前記関心組織領域に帰属させる領域と帰属させない領域とを判断する判断手段と、前記フレームに続くフレーム以降の判断では、前記関心組織領域に前記帰属させる領域を含めた領域の画素値に基づいて前記判定基準を設定する設定手段と、を備えることを特徴とするものである。

## 【 0 0 3 7 】

また、請求項 1 6 の発明に係る画像処理装置は、生体断面画像の連続フレームから関心組織領域を抽出する画像処理装置であって、前記連続フレームの画素値を記憶する画素値記憶手段と、前記画素値記憶手段を参照して前記連続フレームの一部に対して前記関心組織領域内における初期の判定基準と前記関心組織領域

外における初期の判定基準の 2 種類を算出する算出手段と、前記連続フレームの一部に続くフレームについて当該フレームの各画素値と前記算出された 2 種類の判定基準とに基づいて前記関心組織領域内に帰属させる領域と前記関心組織領域外に帰属させる領域とを判断する判断手段と、前記フレームに続くフレーム以降の判断では、前記関心組織領域内に前記帰属させる領域を含めた領域の画素値と前記関心組織領域外に前記帰属させる領域を含めた領域の画素値に基づいて前記 2 種類の判定基準を設定する設定手段と、を備えることを特徴とするものである。

## 【 0 0 3 8 】

上記請求項 1 6 又は 1 7 の発明において、さらに、前記関心組織領域の各画素に対応させて表示対象を示すフラグ情報を記憶する表示対象記憶手段を有するようにしてもよい。

## 【 0 0 3 9 】

上記請求項 1 6 又は 1 7 の発明において、さらに、前記画素値記憶手段を参照し、前記表示対象記憶手段に記憶されたフラグ情報に基づいて前記関心組織領域を表示する表示手段を有するようにしてもよい。

## 【 0 0 4 0 】

## 【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照して、本発明にかかる一実施の形態を詳細に説明する。

## 【 0 0 4 1 】

まず、本発明の原理について説明する。本発明に係る関心組織領域抽出方法、関心組織領域抽出プログラム及び画像処理装置において共通する原理は、生体断面画像の連続フレームの一部に対して関心組織領域内における初期の判定基準（濃度中央値又は濃度平均値）と関心組織領域外における初期の判定基準（濃度中央値又は濃度平均値）の 2 種類を与えるところからはじめる。

## 【 0 0 4 2 】

連続フレームの一部に連続するフレームについて、そのフレームの各画素値（画素の濃度値）は関心組織領域内における初期の判定基準、関心組織領域外における初期の判定基準にそれぞれ比較される。画素値が関心組織領域内における初

期の判定基準に近い場合には、関心組織領域内に帰属させる領域として判断される。

【0043】

この場合、上記の関心組織領域とその領域内に帰属させると判断した領域とを含めた新たな関心組織領域（3次元構造）の画素値に基づいて判定基準を設定する。

【0044】

一方、画素値が関心組織領域外における初期の判定基準に近い場合には、関心組織領域外に帰属させる領域として判断される。この場合、上記の関心組織領域外とその領域外に帰属させると判断した領域とを含めた新たな関心組織領域外（3次元構造）の画素値に基づいて判定基準を設定する。

【0045】

さらに連続する次のフレームについては、連続する前処理済みフレームによって更新された判定基準を用いて関心組織領域内か外かを判断する。

【0046】

つづいて、フルカラー連続断面画像からの自動領域抽出についての原理を説明する。図1はHSVカラー空間を説明する図、図2は本発明に適用される極座標を説明する図、図3及び図4は本発明に適用される領域抽出方法を説明する図、そして、図5は本発明に適用される3次元空間における関心組織領域のリージョンローイング方法を説明する図である。

【0047】

フルカラー画像は各ピクセルにRGB表色系による3つのカラーベクトル値をもっている。各2次元画像において、関心組織領域を抽出するために、組織の境界を判別する必要がある。そのためには、組織間のわずかな色の差を認識しなくてはならない。つまり、近隣画素間での微小な色変化に注目をする。

【0048】

関心組織領域を抽出する際には、画素値に閾値を適用する方法を用いることもできるが、生体内では組織境界付近に明らかな色変化があることが少なく、また場所ごとに複雑な色分布をしているため、一意的な閾値では関心組織領域を抽出

することは困難である。

【0049】

そこで本発明では、以下の2点を抽出手法に取り入れる。

- (1) HSV (H:色相、S:色彩、V:明度) 表色法で表現した画素値を利用した画素間濃度差の算出
- (2) 画像全体に同一閾値を適用するのではなく、局所的領域に注目した領域内外判別 (拡張リージョングロウイング法)

【0050】

HSV表色法を用いた理由は以下の2点となる。

- (1) RGB表色法よりも生体組織境界を判別しやすい点
- (2) 同一組織内では特にH値、S値に大きな色変化がおこらず値がまとまっている点

【0051】

さて、HSV表色法で表された画素値を用いてセグメンテーションを行うが、特にH値、S値を用いてセグメンテーションを行う。しかし、HSV表色法で表されるH、S、Vの各ベクトル値は互いに等価ではなく、図1のような特殊な空間を生成しているため、画素間濃度差を計算する際、通常のユークリッド距離では正しい値が得られない。

【0052】

そこで、ある2点の画素間濃度差を算出する際は、HSV空間の特徴を損なわない計算方法として、H、Sによる極座標上での距離を計算した。例として画素P1、P2の画素値をそれぞれ

【数1】

$$f_{P_1} = (h_{P_1}, s_{P_1}, v_{P_1}), f_{P_2} = (h_{P_2}, s_{P_2}, v_{P_2})$$

としたとき、画素P1、P2間の濃度差 $\delta$ は以下の式(1)、(2)、(3)で計算する。

【数 2】

$$y_1 = (s_{P_1} \cos(2\pi h_{P_1}) - s_{P_2} \cos(2\pi h_{P_2}))^2 \quad (1)$$

$$y_2 = (s_{P_1} \sin(2\pi h_{P_1}) - s_{P_2} \sin(2\pi h_{P_2}))^2 \quad (2)$$

$$\delta(P_1, P_2) = \sqrt{y_1 + y_2} \quad (3)$$

【0053】

本発明は、以上の画素間の濃度差を求める手法を3次元の局所領域に適用して関心組織領域に帰属するか否かを判断するものである。そこで、図3、図4及び図5を用いて簡単に説明する。

【0054】

連続する生体断面画像（生体フルカラー画像情報の連続フレーム）から初期画像（フレームN-1）を選択する際は、ある程度視認できる程度のサイズを有した関心組織領域が写っていることが好ましい（図3参照）。この場合には、手作業による領域抽出となるが、関心組織領域を含むことが精度上好ましい。なお、図3の例では、フレームN-1, N, N+1・・・の方向がスライス方向であり、関心組織領域の中心に向けてスライス方向が進むものとする。

【0055】

フレームN-1の画像に手作業で抽出対象と思われる任意の領域が指定されると、その領域は関心組織領域ROI<sub>0</sub>として抽出される（図4（A））。そして、連続する生体断面画像では、連続する次のフレームNの画像に対して上フレームN-1の画像で抽出された領域とまったく同じ位置の領域をまずは仮領域Sとして選択される（図4（B）参照）。

【0056】

その後、後述する本発明の拡張リージョン Growing 法により、正しい領域すなわち実際の関心組織領域ROI<sub>1</sub>が仮の状態から再抽出される（図4（C）参照）。このようにして関心組織領域ROI<sub>1</sub>の抽出が完了する（図4（D）参照）。

【0057】

拡張リージョン Growing 法とは、フレーム  $N-1$  の画像から抽出された関心組織領域  $ROI_0$  と全く同じ抽出対象の関心組織領域  $ROI_1$  を  $H$  値、 $S$  値に基づく濃度値を用いてフレーム  $N$  の画像から抽出し、さらに連続する次のフレーム  $N+1$ 、 $N+2$ 、 $N+3 \dots$  については少なくとも過去フレームの関心組織領域内外の濃度値から抽出する手法である。

【0058】

すなわち、各フレームにおいては、1つ前のフレームで抽出された関心組織領域と同じ位置の領域をまずは仮領域として与え、その仮領域の境界画素に一つ一つ注目し、断面（連続するフレーム）間で領域内と領域外のどちらかに変化したかを判定する処理が施される。

【0059】

図5において、まず境界画素  $P_x$  を中心とした  $7 \times 7 \times 4$  ピクセルの局所領域に注目する。この場合、 $Z$  方向は  $N$ 、 $N-1$ 、 $N-2$ 、 $N-3$  で示すが、領域抽出の処理方向は図中下方向となる。

【0060】

その局所領域中、この時点までに領域内と判定されている画素の  $H$  値、 $S$  値の濃度中央値（メディアン値） $M_{in}$  を計算する。同時にこの時点までに領域外と判定されている画素の  $H$  値、 $S$  値の中央値  $M_{out}$  も計算する。

【数3】

$$M = \begin{cases} M_{in} = (M_{h_{in}}, M_{s_{in}}) & \text{if inside} \\ M_{out} = (M_{h_{out}}, M_{s_{out}}) & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

【0061】

画素  $P_x$  の画素値が、この局所領域の領域内外どちらの特徴に近いかを検討し領域内、外を決定する。実際には、領域内外の  $H$  値、 $S$  値による濃度代表値  $M$  と画素  $P_x$  との濃度差  $d$  をそれぞれ計算し、差が小さかった方と画素  $P_x$  の特徴が類似しているとみなす。これにより、 $P_x$  を領域内、領域外のどちらかに取り込む。これを計算式で表したものが以下の式（5）～（6）である。

【数 4】

$$d = \begin{cases} d_{in} & (= \delta(P_0, M_{in})) \\ d_{out} & (= \delta(P_0, M_{out})) \end{cases} \quad (5)$$

$$P_0 = \begin{cases} inside & \text{if } d_{in} \leq d_{out} \\ outside & \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

【0062】

以上の処理をすべての境界画素に対して行う。この処理は領域内外への取り込みが終了するまで自動的に繰り返す。このときの取り込みが終了するとは、画素の領域内への取り込み、または除外を繰り返すことで正しい領域境界の設定が完了したことを意味する。

【0063】

このようにして、フレームNの画像に対する抽出処理が終了した後、さらに下に連続するフレームN+1, N+2, …の画像においても同様の処理を行い、連続自動抽出を実行する。

【0064】

以上の原理に基づいて以下に構成、動作を説明する。まず、構成について説明する。図6は本発明の一実施の形態による画像処理装置の一構成を示すブロック図である。図6の画像処理装置は本発明に係る画像処理装置を構成しており、フロッピー（登録商標）ディスク、CD、DVD等の記録媒体や通信回線を通じて図6の画像処理装置に供給されるプログラムは本発明に係る関心組織領域抽出プログラムを含むものとする。

【0065】

本実施の形態による画像処理装置は、例えば図6に示したように、内部バス11に、通信インタフェース12、CPU13、ROM14、RAM15、ディスプレイ16、キーボード／マウス17、ドライブ18、ハードディスク19を接続させ、アドレス信号、制御信号、データ等を伝送させ、本実施の形態による領域抽出を実現する構成を備えている。

【0066】

図6において、通信インタフェース12は、例えばインターネット等の通信網に接続する機能を有しており、本発明に係る関心組織領域抽出プログラムをダウンロードすることも可能である。CPU13は、ROM14に格納されたOSにより装置全体の制御を行うとともにハードディスク19に格納された各種のアプリケーションプログラムに基づいて処理を実行する機能を司る。

## 【0067】

ROM14は、OS等のように装置全体の制御を行うためのプログラムを格納しており、これらをCPU13に供給する機能を有している。RAM15は、CPU13による各種プログラムの実行時にワークエリアとして利用されるメモリ機能を有している。このRAM15は、領域抽出の際に例えばスタックA、Bを設定するものとする。

## 【0068】

ディスプレイ16は、CPU13の各種の処理に伴うメニュー、ステータス、表示遷移等を表示する機能を有している。キーボード/マス17は、文字、数字、記号等のデータを入力するためのキー、画面上のポイント位置を操作するためのカーソルキー、ファンクションキー等を備えている。なお、ポイント位置を操作するために、マウスが備わっている。

## 【0069】

ドライブ18は、各種のプログラム、データを記録したCD、DVD等の記録媒体からインストール作業を実行するための駆動ユニットである。なお、フロッピー（登録商標）ディスクのドライブ機能を付加してもよい。

## 【0070】

ハードディスク19は、プログラム19A、メモリ19B、生体フルカラー画像情報19C、フラグ情報19D等を記憶する外部記憶装置である。プログラム19Aは、前述した通信インタフェース12、ドライブ18等からインストールされたプログラムを実行形式で記憶したものに相当する。メモリ19Bは、各種プログラムの実行結果等のファイルを保存する記憶部である。

## 【0071】

生体フルカラー画像情報19Cは、通信インタフェース12、ドライブ18等を



介して読み込んだデータファイルである。この生体フルカラー画像情報 1 9 C は、連続する複数フレームにより構成される生体の断面画像である。フラグ情報 1 9 D は、生体フルカラー画像情報 1 9 C の各フレームに座標で対応させて R G B をひとつのフラグで表すものである。

## 【 0 0 7 2 】

つづいて、本実施の形態を機能的に説明する。図 7 は本実施の形態による機能を示すブロック図であり、図 8 は本実施の形態による表示遷移の一例を示す図である。本発明の機能は、初期関心組織領域設定部 1 0 1、仮領域設定部 1 0 2、濃度中央値算出部 1 0 3、境界近傍画素値取得部 1 0 4、領域内外判定部 1 0 5、関心組織領域抽出部 1 0 6、表示画像形成部 1 0 7 等により構成される。

## 【 0 0 7 3 】

以上の構成によれば、まず初期関心組織領域設定部 1 0 1 により生体フルカラー画像情報 1 9 C からフレーム  $N - 1$  の画像が取り出され、手作業による任意の領域指定により初期の関心組織領域が設定される。濃度中央値算出部 1 0 3 では、この関心組織領域設定部 1 0 1 で設定された領域内の各画素の濃度ちから濃度中央値が算出される。

## 【 0 0 7 4 】

仮領域設定部 1 0 2 により、フレーム  $N - 1$  に連続する次のフレーム  $N$  に対して初期関心組織領域設定部 1 0 1 で設定された関心組織領域と同じ領域の位置に仮領域が設定される。そして、境界近傍画素値取得部 1 0 4 により仮領域内外の境界近傍画素の画素値が取得される。

## 【 0 0 7 5 】

領域内外判定部 1 0 5 では、境界近傍画素と画素値と濃度中央値算出部 1 0 3 で算出された濃度中央値とに基づいて前述したように拡張リージョングロウリング法による領域内外の判定が行われる。なお、 $7 \times 7 \times 4$  の局所領域での判定が開始されるのは、過去に 4 フレーム分の領域抽出が完了してからとなる。よって、抽出開始のフレームを  $N$  とした場合には、フレーム  $N + 3$  から  $7 \times 7 \times 4$  の局所領域が採用される。

## 【 0 0 7 6 】

そして、関心組織領域抽出部106により、領域内外判定に基づいて関心組織領域の拡張又は伸縮による抽出が行われ、その抽出結果がフラグ情報19Dに反映される。

【0077】

連続する次のフレームN+1においては、フレームN-1及びNによる3次元の局所領域が濃度中央値算出部103で濃度中央値を算出する際の対象となる。このとき、仮領域設定部102では、フラグ情報19DよりフレームNの関心組織領域を取り込み、その関心組織領域にしたがって仮領域が設定される。以降、同様に、拡張リージョンローリング法により領域抽出が実施される。

【0078】

そして、抽出済の関心組織領域を表示させる場合には、表示画像形成部107によりフラグ情報19D及び生体フルカラー画像情報19Cに基づいて表示データが生成され、図8(A)～(F)の如く関心組織領域ROIの表示遷移を観察することができる。

【0079】

つぎに、動作について簡単に説明する。図9は本実施の形態による動作を説明するフローチャートであり、図10は本実施の形態によるフラグ情報の管理について説明する図である。なお、この図9による処理は、プログラム19Aのうち本発明に係る関心組織領域抽出プログラムに相当するものである。ただし、表示については、図7の機能ブロックに従うものである。

【0080】

まず、1枚目の断面画像が入力され(ステップS1)、HSV変換処理が実行される(ステップS2)。そして、抽出対象の領域が指定される(ステップS3)。これにより手作業部分での初期の関心組織領域が設定される。

【0081】

この段階では次の断面画像が存在することから(ステップS4)、連続する次の断面画像が入力される(ステップS5)。このとき、入力された断面画像に対応するフラグ情報がリセットされる(ステップS6)。

【0082】

入力断面画像に対しては、1つ前の断面画像に指定した関心組織領域と同じ領域の位置に仮領域として抽出開始領域が指定される（ステップS7）。この抽出開始領域境界の近傍画素を1つ選択され（ステップS8）、スタックA（図6参照）に格納される（ステップS9）。

## 【0083】

この段階では、スタックAは空ではないので（ステップS10）、スタックAから注目画素Pを1つ取り出し（ステップS11）、局所領域による前述した拡張リージョンローリング処理が実行される（ステップS12）。

## 【0084】

そして、注目画素Pが関心組織領域内の場合には（ステップS13）、注目画素Pに対してフラグがセットされ（ステップS14）、その注目画素P近傍で抽出開始領域に対して外側の画素が1つ選択される（ステップS15）。この後、選択画素はスタックAに格納され（ステップS9）、同様の処理が繰り返される。

## 【0085】

フラグ情報は、図10に示したように、核フレームに対して画素毎に座標で管理される。例えば、フレームNo. 100の座標 $(X_1, Y_1, Z_1)$ が関心組織領域内と判断された場合には、フラグ“1”にセットされる。フレームNo. 101の座標 $(X_2, Y_2, Z_2)$ はフラグ“1”のため、関心組織領域内と判断されたことになる。

## 【0086】

ステップS13において注目画素Pが領域外の場合には、注目画素Pの近傍で領域内の画素が1つ選択され（ステップS16）、その選択画素はスタックBに格納される（ステップS17）。そして、スタックAの空状態が確認される（ステップS18）。このスタックAに関する処理は領域内を処理対象としている。

## 【0087】

スタックAが空でないときには（ステップS18のNOルート）、処理はステップS11に戻り、同様の処理が繰り返される。一方、スタックAが空の場合には（ステップS18のYESルート）、さらにスタックBの空の状態が確認される（ステップS19）。

## 【 0 0 8 8 】

スタック B が空でないときには（ステップ S 1 9 の N O ルート）、処理はステップ S 2 0 に進み、一方、スタック B が空の場合には（ステップ S 1 9 の Y E S ルート）、入力断面画像 1 枚分の処理が完了したので、処理はステップ S 4 に戻り、次の断面画像の有無が判断される。

## 【 0 0 8 9 】

ステップ S 2 0 においては、スタック B から注目画素 P として画素が 1 つ取り出され、その注目画素 P に対して前述した拡張リージョングローリング処理が施される（ステップ S 2 1）。そして、その注目画素 P が領域外であれば（ステップ S 2 2）、さらに内側の判断を仰ぐため、注目画素 P の近傍で領域内の画素が 1 つ選択される（ステップ S 2 3）。その選択画素はスタック B に格納され（ステップ S 1 7）、以下は同様の処理が繰り返される。このスタック B に関する処理は領域外を処理対象としているので、ステップ S 2 2 で注目画素が領域内と判断された場合には処理はステップ S 1 9 に戻る。

## 【 0 0 9 0 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、拡張リージョングローリングにより、注目画素周囲の 3 次元局所空間を使用し、注目画素周辺の 3 次元局所空間での関心組織領域内外の濃度中央値を判定基準とした領域抽出を行うようにしたので、抽出対象のフレームよりも前の連続する数フレーム分の判定結果を加味することができ、その結果、拡張リージョングローリングによる自動的なセグメンテーションを実現することが可能である。このようにすれば、例えば同一臓器の色の変化にも対応して正確に領域抽出を行い、また、同一臓器内に異物が混在しても影響されずに正確に領域抽出を行うことができる。また、従来法のリージョングローイングで問題とされた恣意的なパラメータや拡張の停止条件をなくし、判定基準の固定化を避けることができる。

## 【 0 0 9 1 】

さて、上述した実施の形態では、判定基準のデータとして濃度中央値を採用したが、本発明はこれに限定されるものではなく、濃度中央値のほうが好ましいが、濃度平均値からも同様の効果を得ることが可能である。

## 【0092】

また、上述した実施の形態では、3次元局所領域を $7 \times 7 \times 4$ のサイズとして説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば $3 \times 3 \times 2$ のように上記サイズよりも小さくてもよく、あるいは、大きくてもよい。また、大中小等の複数のサイズをもつことで、それぞれに重み付けをすることも可能である。

## 【0093】

さらに、上述した実施の形態では、カラー画像を例に挙げているが、白黒画像への適用も可能である。

## 【0094】

また、上述した実施の形態では、初期画像にあたるフレームN-1に対して手作業で関心組織領域を抽出していたが、本発明はこれに限定されるものではなく、画像処理技術により自動的に抽出するようにしてもよい。

## 【0095】

つぎに、実験例を2つ挙げる。

(実験1：水晶体部の抽出)

図11及び図12は実験2の結果を示す図である。人眼全体から水晶体領域を自動抽出した。合計枚数120枚を利用した。水晶体付近は、周辺組織が透明であるため、断面画像では次断面での領域がすけて見える現象がおこっていた。そのため、手作業ではどこまでが正しい領域であるのかを判別するのが難しい。

## 【0096】

図12には、連続する複数フレームについて、本発明を適用して抽出された領域内外(inside area/outside area)の画素数(Result)と実際に手作業で抽出した領域内外(inside area/outside area)の画素数(Answer)との比較から、エラー画素数(E)と回答率(Rate%)とを示している。フレームNo. は1, 5, 10, 30, 50, 100, 130, 140, 150をサンプルとして挙げている。

## 【0097】

例えば、フレームNo. 10では、領域内は1663画素であるのに対して実際は1726画素となり、96.35%の正解率を得ることができた。このときのエラー画素数は、63となった。一方、領域外は75015画素であるのに対

して実際は75074画素となり、99.92%の正解率を得ることができた。  
このときのエラー画素数は、52である。

## 【0098】

このように、枚数が進んでも高い正解率が得られ、フレームNo. 130まで進んでもほぼ95%（94.81%）の正解率を得ることができた。これは、5%のエラーを示すものであり、手作業との間で遜色のない領域抽出を達成できたことを示すものである。

## 【0099】

ところが、画素値のS値は実際の水晶体領域と、透けて見えている領域の間に大きな値の変化があったため、本手法ではそれらを分離することに成功した。

## 【0100】

（実験2：眼球の包埋剤からの抽出）

図13は実験1の結果を示す図である。人眼の連続断面画像840枚を使用し、背景（包埋剤）から人眼だけを抽出した。包埋剤は青一色だが、同じ青でも場所ごとに色に差があり、一つの閾値で青だけを除外する手法では難しい。また、840枚もの多数枚から手作業で抽出するのは困難であった。本発明の手法により、図13に示したように、自動的に連続抽出が可能となった。

## 【0101】

以上の実験例から示されるように、H値、S値を利用したセグメンテーションの有用性が示された。

## 【0102】

## 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、従来法のリージョンローイングでは関心組織領域の判定基準が固定されていたのに対して、関心組織領域の判定基準を3次元の空間で行うことができ、これによって、自動的なセグメンテーションを実現することが可能な関心組織領域抽出方法、関心組織領域抽出処理プログラム及び画像処理装置を提供できるという効果を奏する。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

H S V カラー空間を説明する図である。

【図 2】

本発明に適用される極座標を説明する図である。

【図 3】

本発明に適用される領域抽出方法を説明する図である。

【図 4】

本発明に適用される領域抽出方法を説明する図である。

【図 5】

本発明に適用される 3 次元空間における関心組織領域のリージョングロウイング方法を説明する図である。

【図 6】

本発明の一実施の形態による画像処理装置の一構成を示すブロック図である。

【図 7】

本実施の形態による機能を示すブロック図である。

【図 8】

本実施の形態による表示遷移の一例を示す図である。

【図 9】

本実施の形態による動作を説明するフローチャートである。

【図 1 0】

本実施の形態によるフラグ情報の管理について説明する図である。

【図 1 1】

実験 1 の結果を示す図である。

【図 1 2】

実験 1 の結果を示す図である。

【図 1 3】

実験 2 の結果を示す図である。

【符号の説明】

1 2 通信インタフェース

1 3 C P U

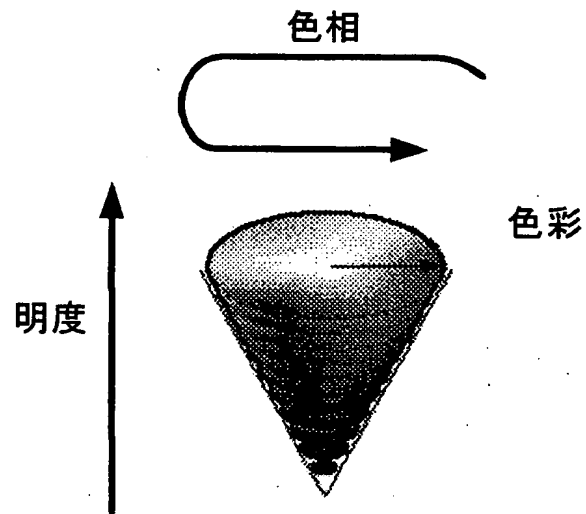
- 14 ROM
- 15 RAM
- 16 ディスプレイ
- 17 キーボード/マウス
- 18 ドライブ
- 19 ハードディスク
  - 19A プログラム
  - 19B メモリ
  - 19C 生体フルカラー画像情報
  - 19D フラグ情報
- 101 初期関心組織領域設定部
- 102 仮領域設定部
- 103 濃度中央値算出部
- 104 境界近傍画素値取得部
- 105 領域内外判定部
- 106 関心組織領域抽出部
- 107 表示画像形成部



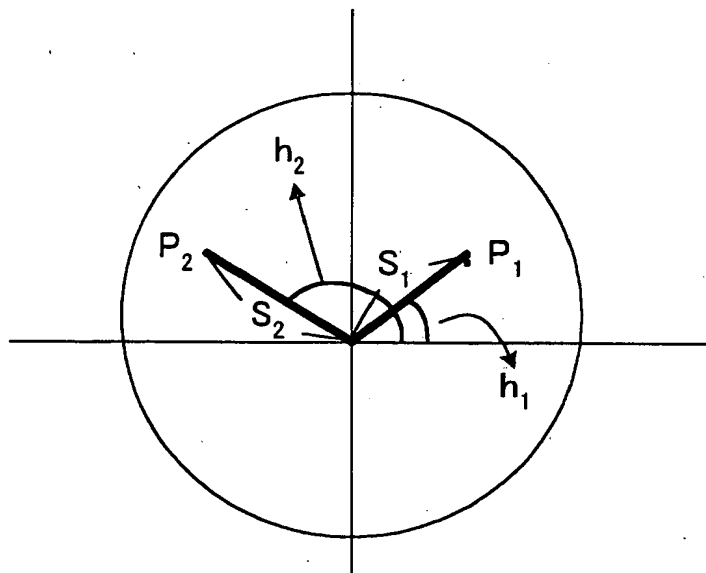
【書類名】

図面

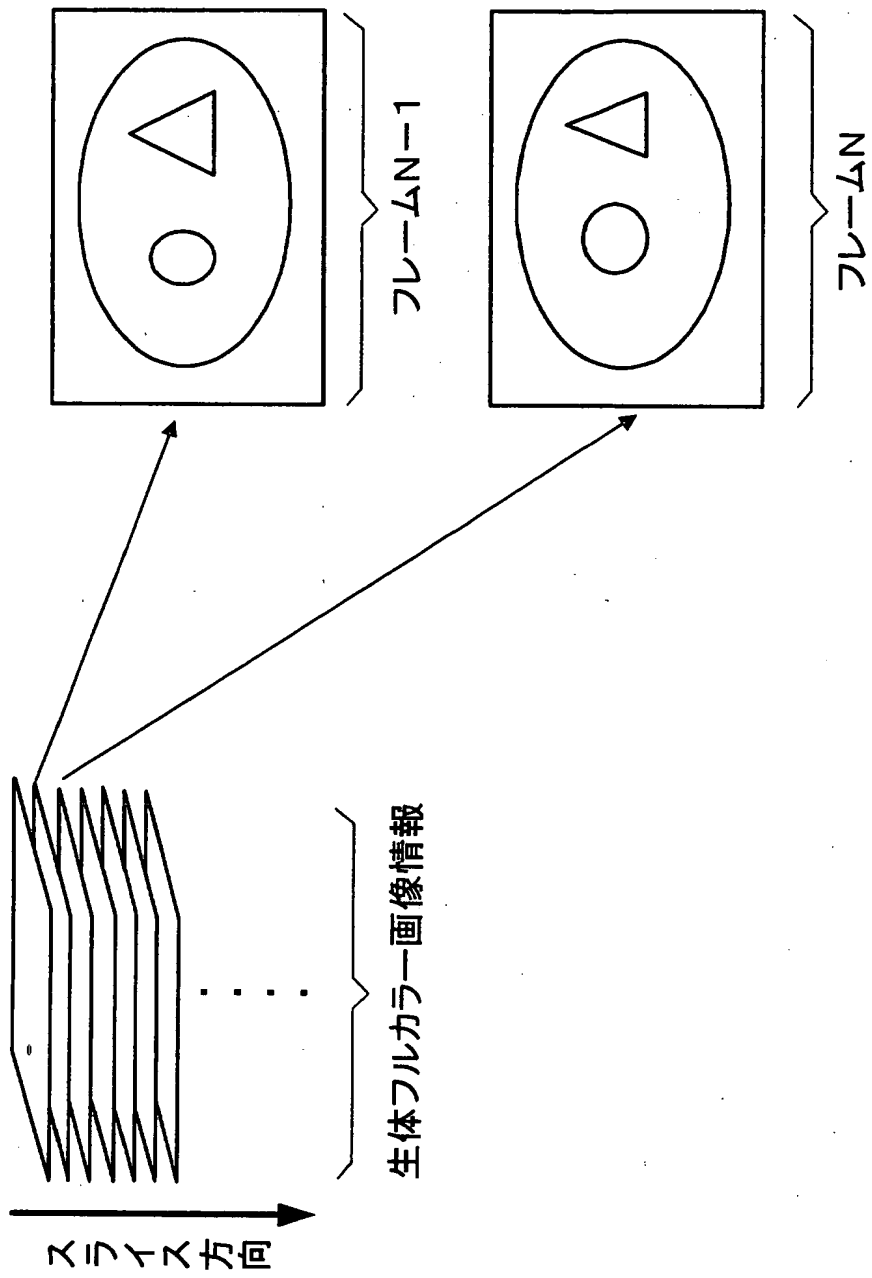
【図1】



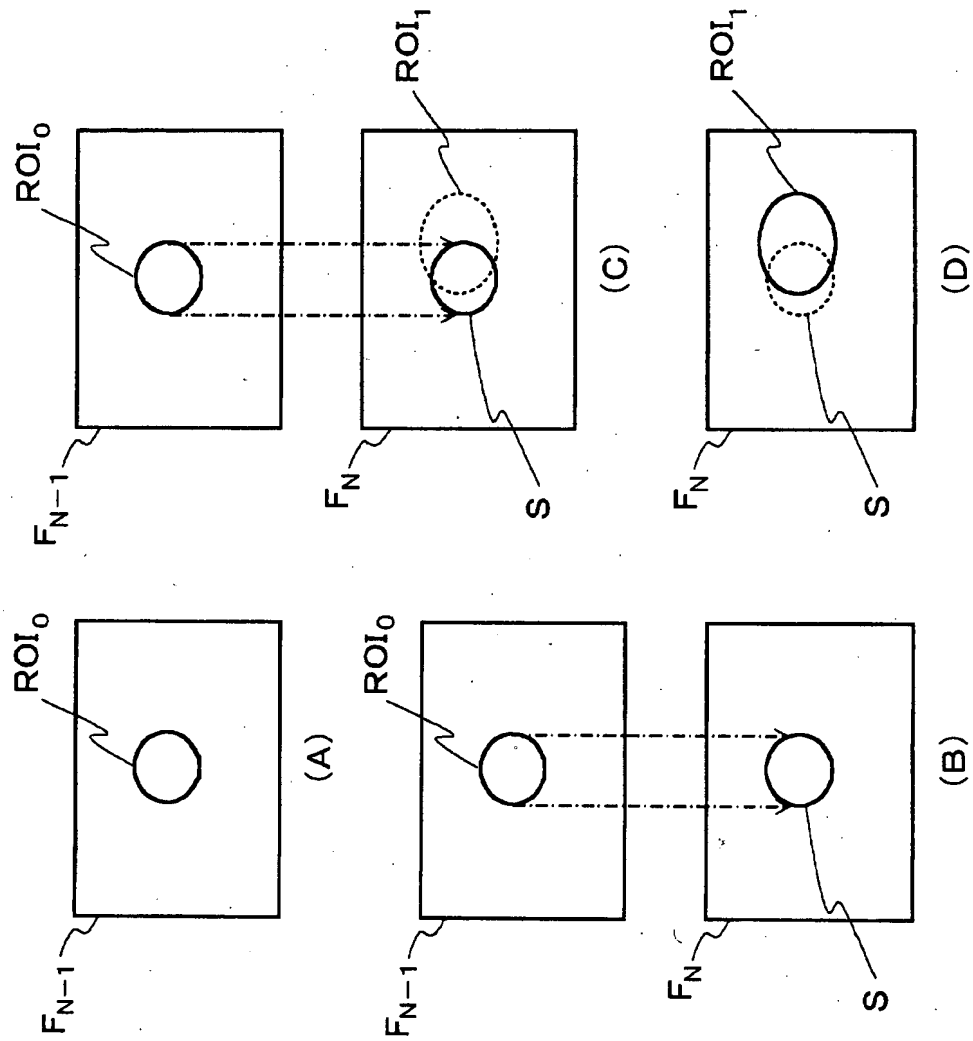
【図2】



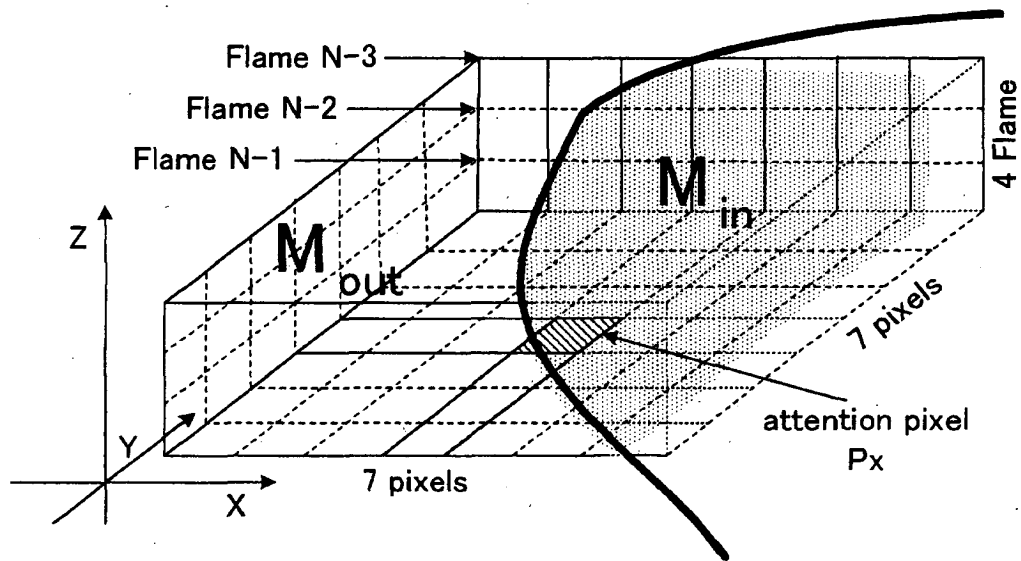
【図3】



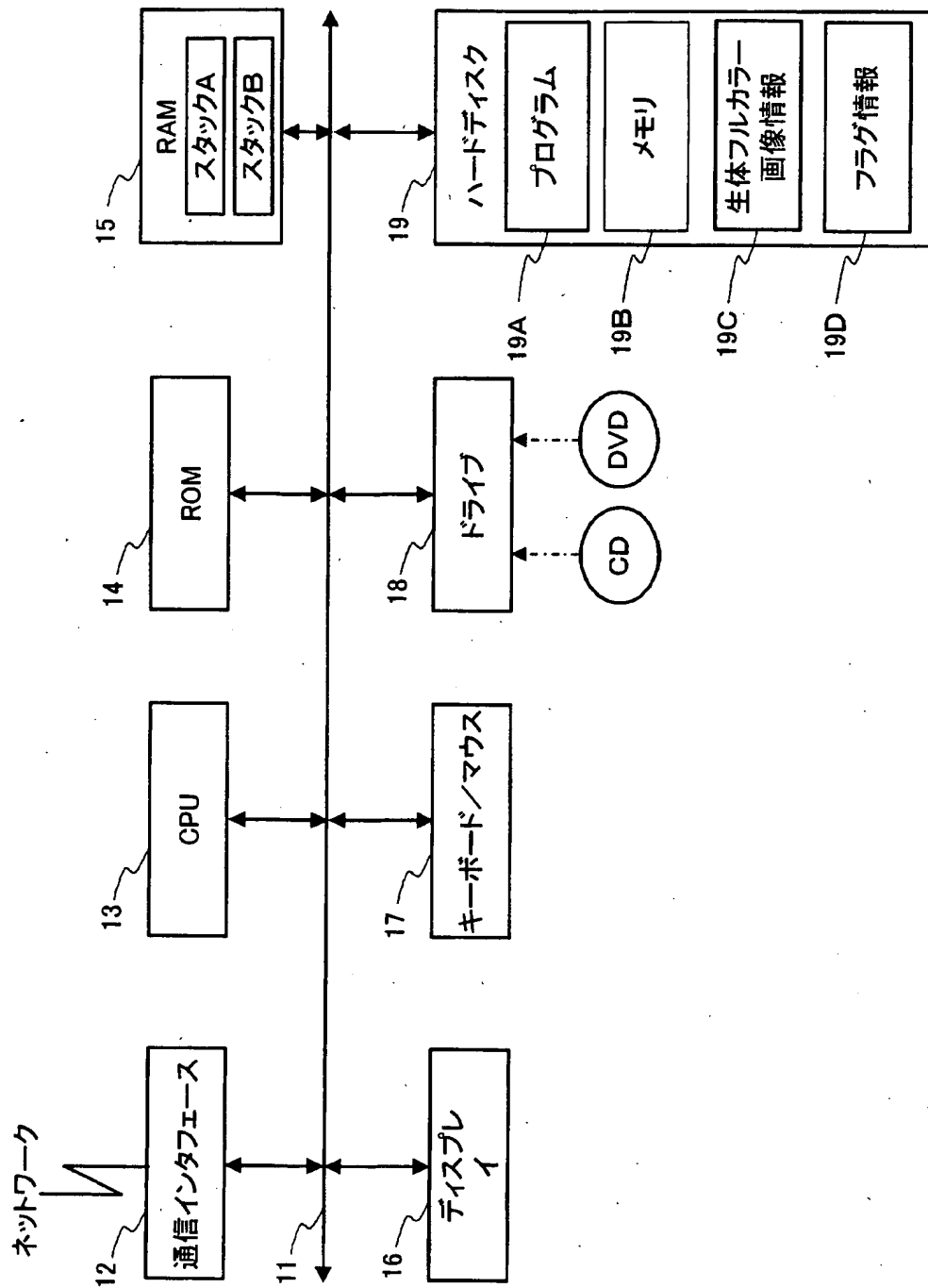
【図4】



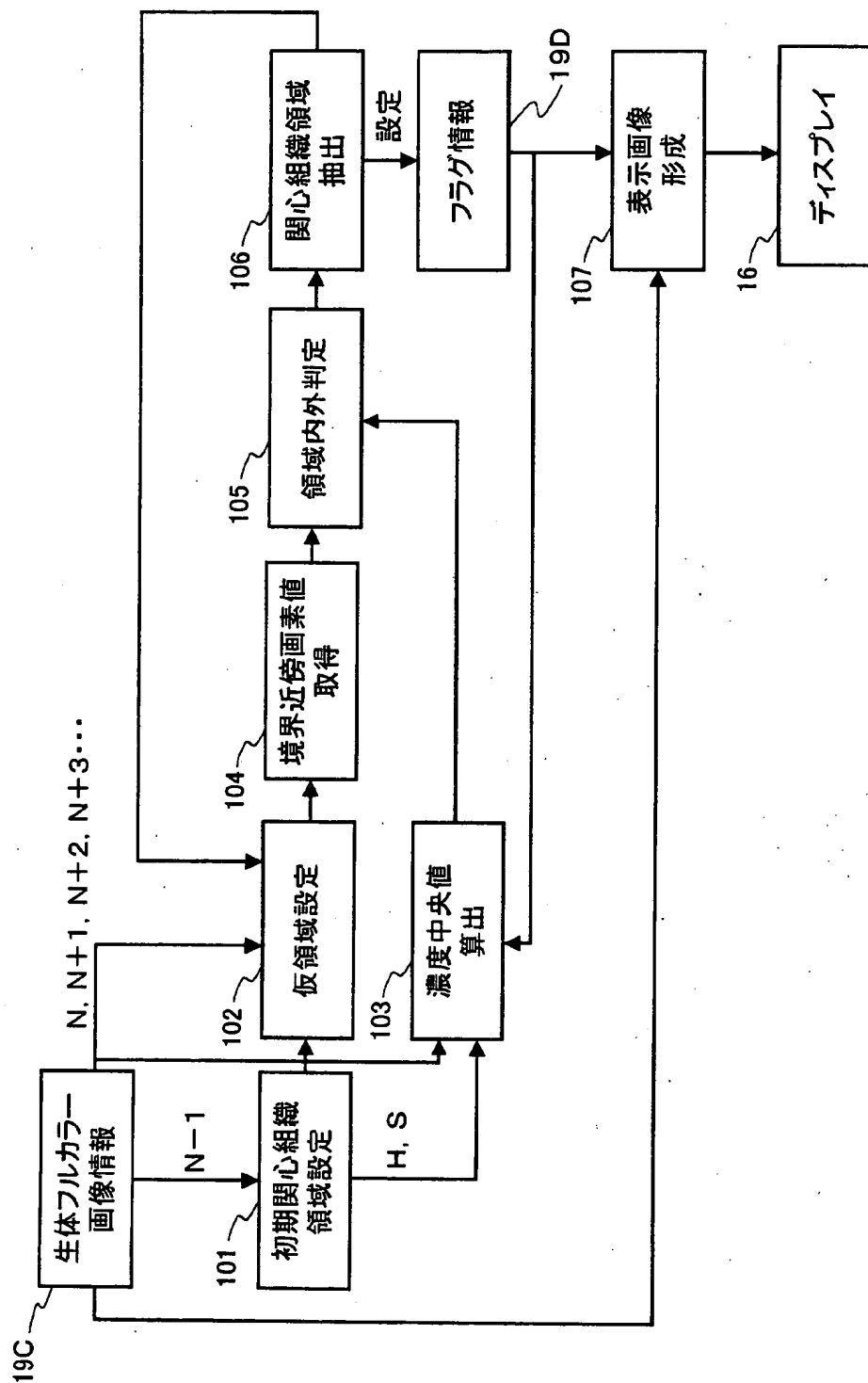
【図5】



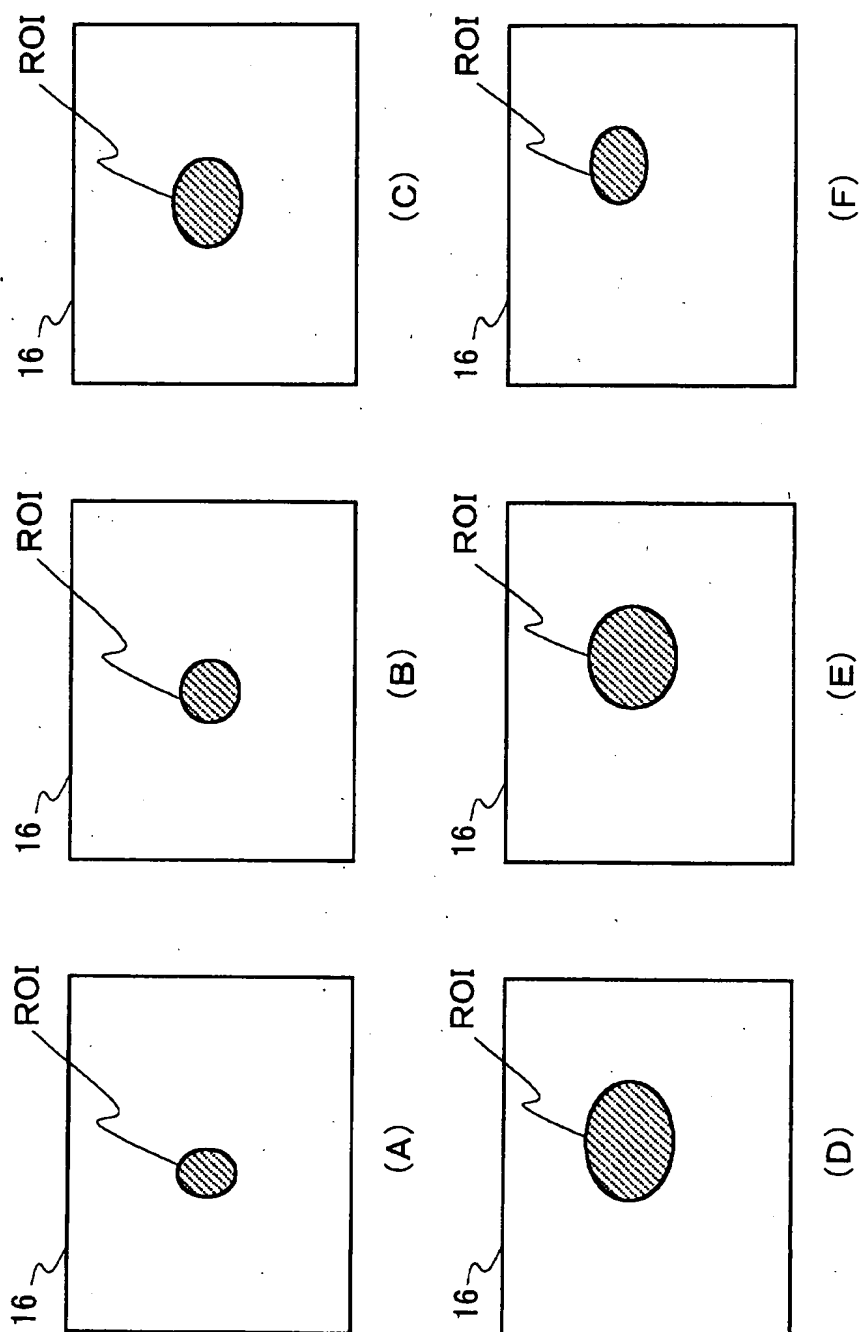
【図 6】



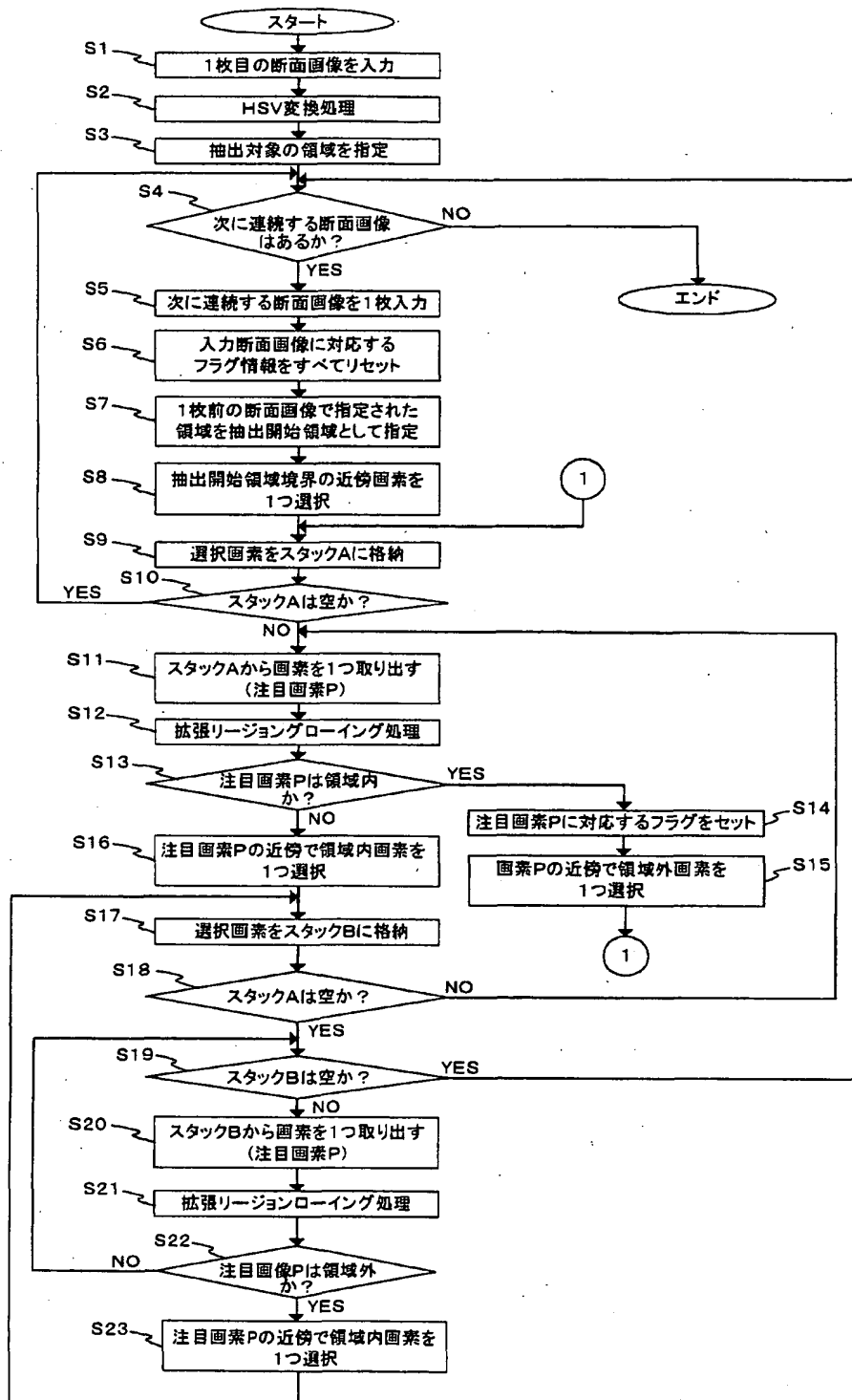
【図 7】



【図 8】



【図 9】



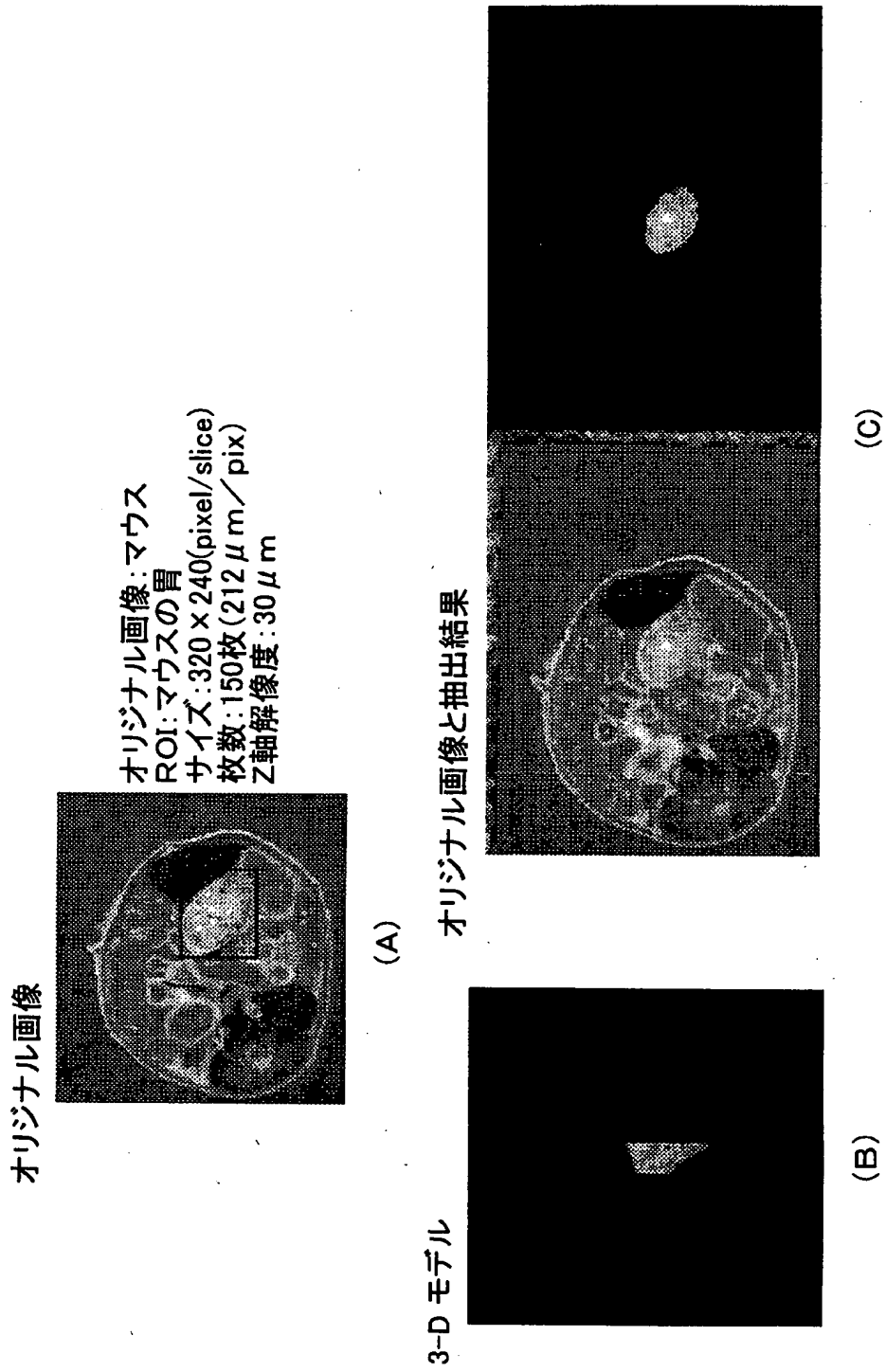


【図 1 0】

19D

フレーム	座 標	フラグ
・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・
100	$(X_1, Y_1, Z_1)$	1
	$(X_2, Y_2, Z_2)$	0
	・ ・	・ ・
101	$(X_1, Y_1, Z_1)$	0
	$(X_2, Y_2, Z_2)$	1
	・ ・	・ ・
・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・

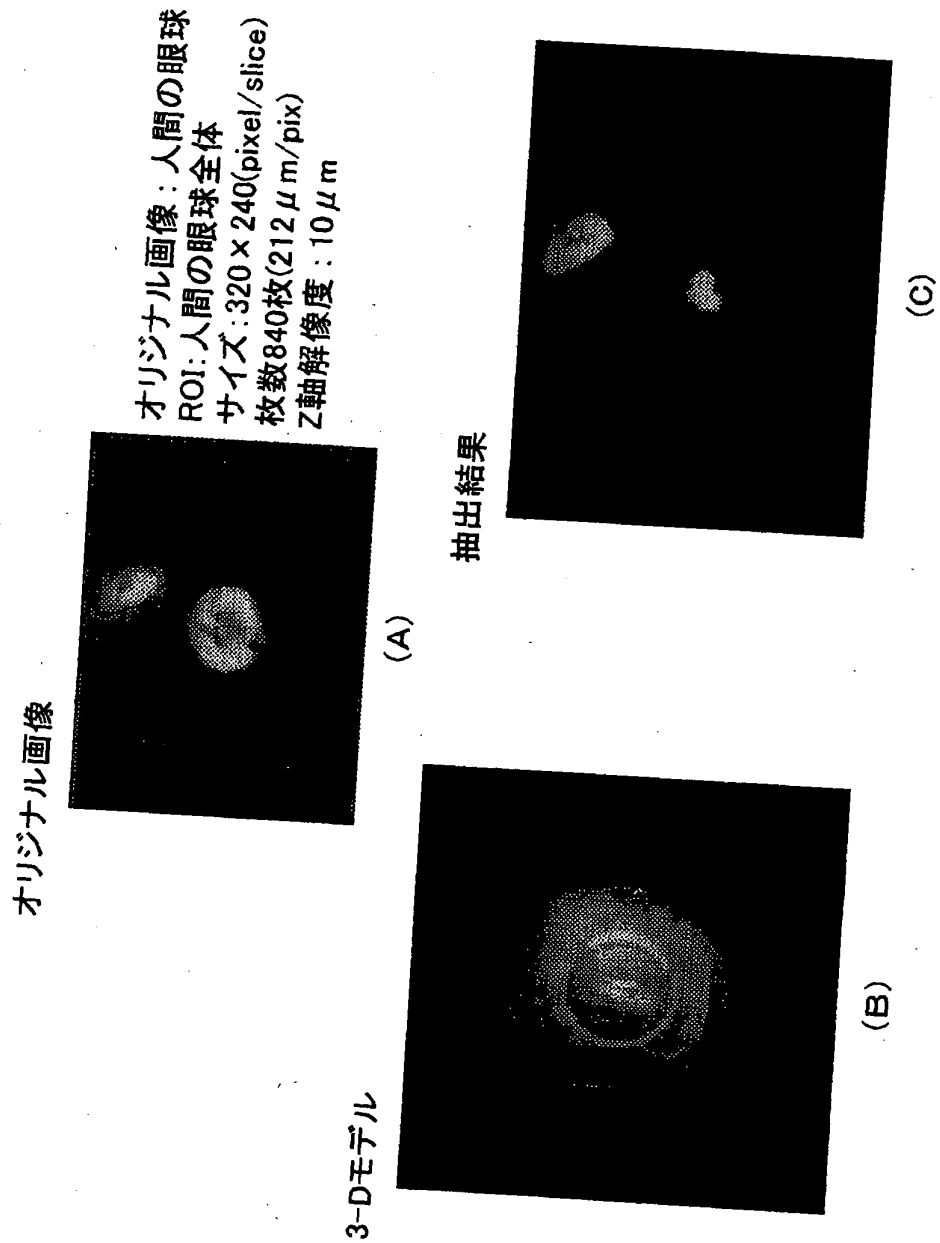
【図 11】



【図 1 2】

Flame N.o.	inside area			outside area		
	Result/Ans.	E	Rate %	Result/Ans.	E	Rate %
1st	1451/1493	42	97.19	75263/75307	44	99.94
5th	1606/1672	66	96.05	75101/75128	27	99.96
10th	1663/1726	63	96.35	75015/75074	52	99.92
30th	1975/2093	118	94.36	74628/74707	79	99.89
50th	2254/2329	75	96.78	74372/74471	99	99.87
100th	3397/3586	189	94.73	73029/73214	185	99.75
130th	3871/4083	212	94.81	72289/72717	428	99.41
140th	3561/3789	228	93.98	71942/73011	1069	98.54
150th	3372/4347	975	77.57	71828/72453	625	99.14

【図13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明の目的は、従来法のリージョングローイングで問題とされた、恣意的なパラメータや拡張の停止条件をなくし、自動的なセグメンテーションを実現できるようにすることを課題とする。

【解決手段】 複数フレームよりなる生体フルカラー画像（断面画像）について、関心組織領域の抽出対象フレームに対して1つ前の連続するフレームで抽出された関心組織領域と同じ位置に仮領域を与え、拡張リージョングローイング法により、その仮領域の境界近傍画素位置を中心として抽出対象フレームよりも前に抽出した複数フレームから注目画素を中心とした3次元の局所領域を与え、その局所領域について関心組織領域内外の濃度中央値を求めてそれぞれ注目画素の濃度値との関係に基づいて抽出対象フレームの関心組織領域を抽出する。

【選択図】 図5

【書類名】 手続補正書  
 【整理番号】 PRKA-15050  
 【提出日】 平成15年 2月28日  
 【あて先】 特許庁長官 殿  
 【事件の表示】

【出願番号】 特願2003- 25277

【補正をする者】

【識別番号】 000006792

【氏名又は名称】 理化学研究所

【代理人】

【識別番号】 100089118

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 宏明

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許願

【補正対象項目名】 発明者

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 理化学研究所内

【氏名】 横田 秀夫

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 理化学研究所内

【氏名】 竹本 智子

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 理化学研究所内

【氏名】 三島 健稔

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 理化学研究所内

【氏名】 牧野内 昭武

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所内

【氏名】 姫野 龍太郎

【その他】 「三島 健稔」の「健」の字を誤記したため。

【プルーフの要否】 要

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006792]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	埼玉県和光市広沢2番1号
氏 名	理化学研究所